Αστική Υπερθέρμανση: Το Πρόβλημα και οι Προτεινόμενες Λύσεις

2026

Μια σύνοψη

DIMAND
REAL ESTATE DEVELOPMENT





Το 2025 μια ερευνητική ομάδα του Τομέα Φυσικής Περιβάλλοντος του ΕΚΠΑ, υπό το συντονισμό του καθηγητή Κώστα Καρτάλη εκπόνησε για λογαριασμό της DIMAND S.A. ένα ερευνητικό έργο με τίτλο **«Ανθεκτικότητα Κτιρίων και Αστικού Περιβάλλοντος στην Ελλάδα: Προσαρμογή στις Προκλήσεις της Κλιματικής Αλλαγής».** Το έργο περιλάμβανε δύο μελέτες που αποτυπώνουν τις κλιματικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ελληνικές πόλεις σήμερα, τις συνθήκες που αναμένεται να αντιμετωπίσουν στο μέλλον, καθώς και τις διαθέσιμες λύσεις για την προσαρμογή και για την ανθεκτικότητα. Στην πρώτη μελέτη, που έχει τίτλο **«Το Θερμικό Αποτύπωμα Των Ελληνικών Πόλεων Σήμερα & Στο Μέλλον»** οι ερευνητές αποτυπώνουν την υφιστάμενη κατάσταση σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη με συγκεκριμένα παραδείγματα και αναλύουν τόσο τα αίτια όσο και τις συνέπειες του φαινομένου, ενώ αποτυπώνουν και τις βασικές προβολές για την εξέλιξη των κλιματικών πιέσεων στο μέλλον, σύμφωνα με σενάρια του Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), για την Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη και για τις Γούρνες Ηρακλείου. Στη δεύτερη μελέτη, που έχει τίτλο **«Κανόνες Και Πρακτικές Για «Ανθεκτικές» Αστικές Περιοχές»,** οι ερευνητές αναλύουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο αστικό περιβάλλον και παρουσιάζουν αναλυτικά εννέα συγκεκριμένες παρεμβάσεις που μπορούν να έχουν θετικό αποτέλεσμα.

Έδώ θα δούμε συνοπτικά τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτό, το δεύτερο το σκέλος της ανάλυσης. Γιατί είναι πρόβλημα η «αστική υπερθέρμανση»; Ποια είναι η πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι πόλεις της Ελλάδας σήμερα; Ποιες λύσεις είναι διαθέσιμες στους δήμους, τις περιφέρειες, στο κεντρικό κράτος και στους αρμόδιους φορείς, αλλά και στους μεμονωμένους κατασκευαστές ή επενδυτές, για την προσαρμογή σε αυτές τις συνθήκες και στην μετατροπή του αστικού περιβάλλοντος προς το ανθεκτικότερο;

Ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή.

Παραγωγή: 1830 lab

Η 1830 lab δεν χρησιμοποιεί εργαλεία AI για τη συγγραφή των μελετών της.
Το κείμενο που διαβάζετε έχει γραφτεί από ανθρώπους.

Έκδοση: 01-02022026

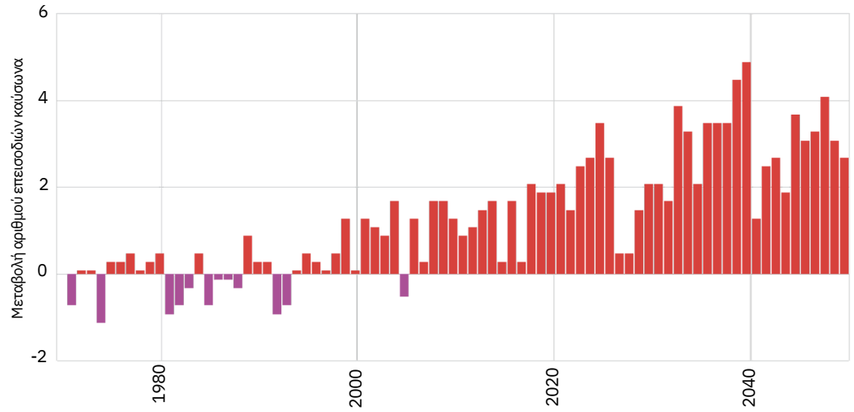
1 Το πρόβλημα της αστικής υπερθέρμανσης

Είναι ένα πρόβλημα γνωστό. Το 2024 ήταν το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ και η τελευταία δεκαετία η πιο θερμή των τελευταίων 150 ετών. Στην Ευρώπη το φαινόμενο είναι ακόμα πιο έντονο: η ήπειρός μας θερμαίνεται με ρυθμό διπλάσιο του παγκόσμιου μέσου όρου. Και η Ελλάδα βρίσκεται στο επίκεντρο. Ο Ιούλιος του 2023 και ο Ιούλιος του 2024 είναι οι θερμότεροι μήνες που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα στη χώρα μας. Και ποιες περιοχές της χώρας μας πλήττονται περισσότερο από όλες; Οι πόλεις.

Αστικά κέντρα όπως η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη, με υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα, περιορισμένους χώρους πρασίνου και υψηλή κατανάλωση ενέργειας, είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Αυτό είναι κάτι που οι πολίτες βιώνουν κάθε χρόνο: περισσότερη ζέστη, περισσότεροι καύσωνες, ολοένα και δυσκολότερες, πιο δυσάρεστες συνθήκες σε ολοένα και περισσότερα σημεία των πόλεων.

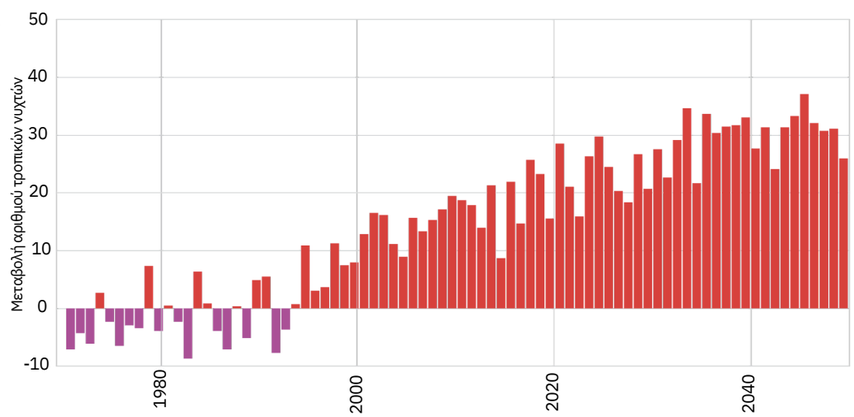
Σχήμα 1. Α) Αριθμός καυσώνων ετησίως στην Αθήνα

Οι προβολές για το μέλλον έγιναν με κλιματικές προσομοιώσεις σύμφωνα με το μετριοπαθές σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου RCP 4.5 για την αστική περιοχή της Αθήνας.



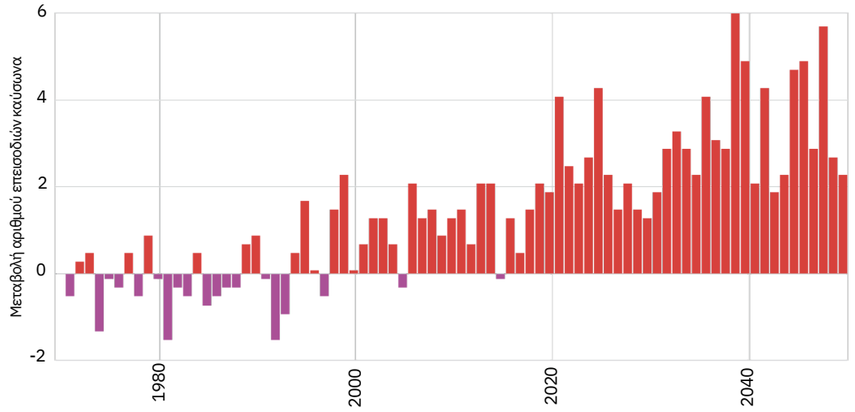
Σχήμα 1. Β) «Τροπικές νύχτες» ετησίως στην Αθήνα.

Οι προβολές για το μέλλον έγιναν με κλιματικές προσομοιώσεις σύμφωνα με το μετριοπαθές σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου RCP 4.5 για την αστική περιοχή της Αθήνας.



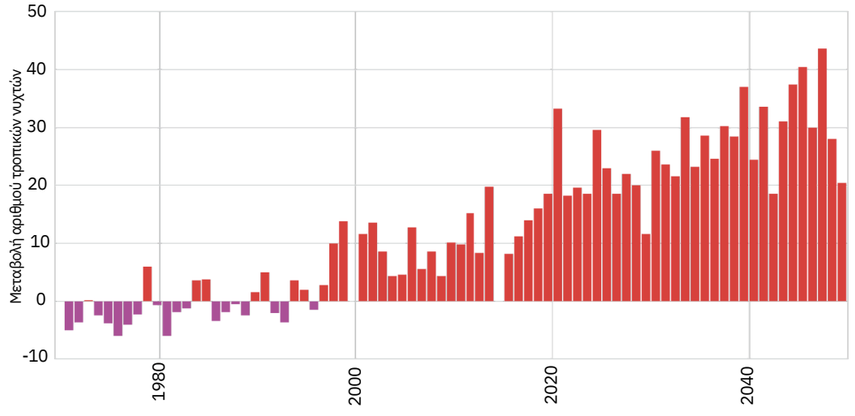
Σχήμα 2. Α) Αριθμός καυσώνων ετησίως στη Θεσσαλονίκη

Οι προβολές για το μέλλον έγιναν με κλιματικές προσομοιώσεις σύμφωνα με το μετριοπαθές σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου RCP 4.5 για την αστική περιοχή της Θεσσαλονίκης.



Σχήμα 2. Β) «Τροπικές νύχτες» ετησίως στη Θεσσαλονίκη.

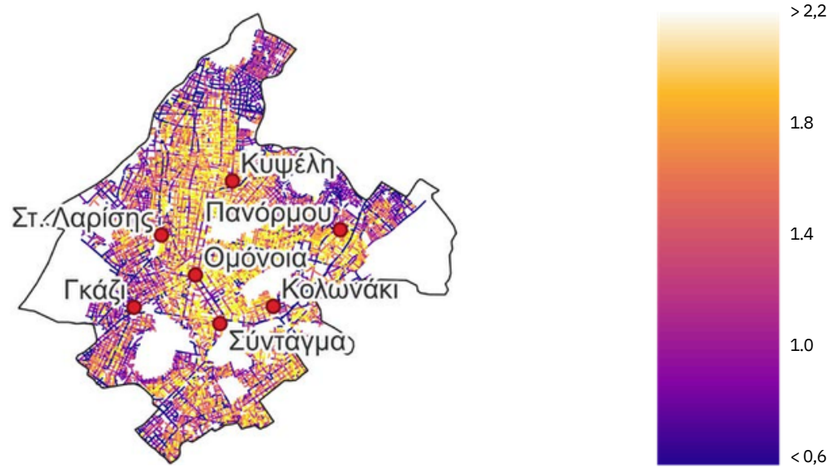
Οι προβολές για το μέλλον έγιναν με κλιματικές προσομοιώσεις σύμφωνα με το μετριοπαθές σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου RCP 4.5 για την αστική περιοχή της Θεσσαλονίκης.



Οι προβολές για το μέλλον έγιναν με κλιματικές προσομοιώσεις σύμφωνα με το μετριοπαθές σενάριο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου RCP 4.5 για την αστική περιοχή της Θεσσαλονίκης. Στη μελέτη οι ερευνητές αναλύουν λεπτομερώς πώς εκφράζεται αυτό το γενικό συμπέρασμα στην πράξη, εξηγώντας και το γιατί οι πόλεις θερμαίνονται περισσότερο από την ύπαιθρο τα καλοκαίρια, αλλά και το γιατί κάποιες περιοχές των πόλεων είναι πιο ευάλωτες στις κλιματικές συνθήκες από άλλες. Οπως γράφουν, η θερμική πίεση στις πόλεις επηρεάζεται κυρίως από δύο παράγοντες: τη μορφολογία του αστικού χώρου και τη λειτουργία της πόλης, δηλαδή το σύνολο των δραστηριοτήτων που παράγουν και συσσωρεύουν θερμότητα.

Το πλάτος των δρόμων, το ύψος των κτιρίων και ο τρόπος που είναι οργανωμένα στον χώρο επηρεάζουν άμεσα το πόση σκιά δημιουργείται, πόσος αέρας κυκλοφορεί και πόσο εύκολα η πόλη αποβάλλει τη θερμότητα που συσσωρεύεται. Για να περιγραφεί το «πόσο ψηλά» και το «πόσο ανοιχτά» είναι τα αστικά περιβάλλοντα, χρησιμοποιούνται δύο βασικοί δείκτες.

Ο πρώτος είναι η «αναλογία διαστάσεων αστικής χαράδρας», δηλαδή ο λόγος του μέσου ύψους των κτιρίων προς το πλάτος του δρόμου. Σε επίπεδο δρόμου υπολογίζεται συγκρίνοντας το μέσο ύψος των αντικριστών κτιρίων με το καθαρό πλάτος του δρόμου ανάμεσά τους. Οσο μεγαλύτερη είναι αυτή η αναλογία (δηλαδή, όσο ψηλότερα είναι τα κτίρια σε σχέση με το πλάτος του δρόμου), τόσο πιο «κλειστός» είναι ο δρόμος και τόσο δυσκολότερη η απομάκρυνση της θερμότητας.

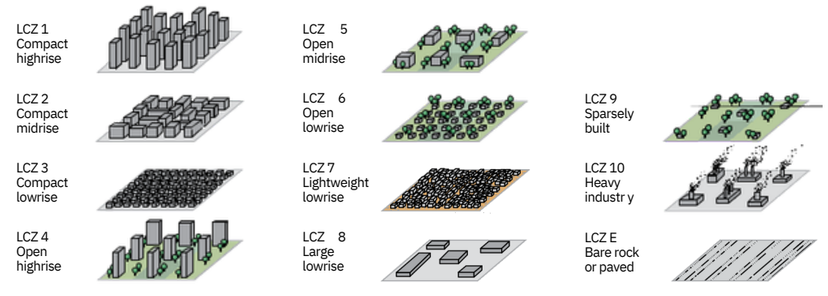


Σχήμα 3. Χωρική αποτύπωση του λόγου της αναλογίας διαστάσεων αστικής χαράδρας (H/W) για τον Δήμο Αθηναίων. Πηγή δεδομένων: Agathangelidis κ.ά. (2019).

Ο δεύτερος δείκτης είναι ο «συντελεστής θέασης ουρανού», που εκφράζει το ποσοστό του ουρανού που μπορεί να δει κανείς από το επίπεδο του δρόμου. Όταν ο ουρανός είναι λιγότερο ορατός λόγω ψηλών και πυκνών κτιρίων –και άρα, ο συντελεστής θέασης ουρανού χαμηλότερος– η θερμότητα εγκλωβίζεται ευκολότερα.

Ο άλλος παράγοντας που επηρεάζει τη θερμική πίεση σε μια πόλη είναι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως αυτές που αφορούν στη λειτουργία των κτιρίων (π.χ. ψύξη, θέρμανση, ηλεκτρικές συσκευές), στην κυκλοφορία οχημάτων και τις βιομηχανικές δραστηριότητες. Οταν οι πηγές ανθρωπογενούς θερμότητας είναι έντονες, τα οφέλη της πιο «ανοιχτής» γεωμετρίας μπορούν να περιοριστούν ή ακόμη και να αναιρεθούν, οδηγώντας σε αυξημένη θερμική καταπόνηση. Ένα τέτοιο παράδειγμα που περιγράφεται στην έρευνα είναι η οδός Πανεπιστημίου στην Αθήνα, όπου το μεγάλο πλάτος του δρόμου και η αυξημένη θέαση ουρανού θα έπρεπε θεωρητικά να διευκολύνουν τον αερισμό και την απομάκρυνση της θερμότητας. Ωστόσο, η έντονη κυκλοφορία οχημάτων και η υψηλή συγκέντρωση εμπορικών χρήσεων εκεί οδηγούν, αντίθετα, σε σημαντική θερμική επιβάρυνση.

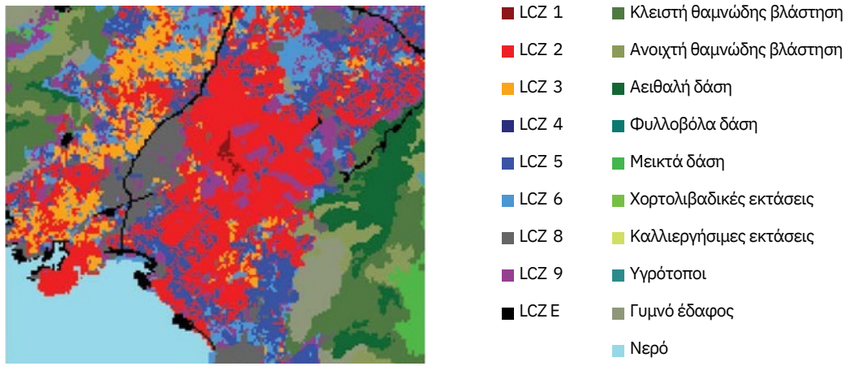
Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κάθε αστικής περιοχής, λοιπόν, διαμορφώνονται πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα, με διαφορετική συμπεριφορά. Στην έρευνα περιγράφεται η ταξινόμηση Local Climate Zones (LCZ), που προσφέρει ένα ενιαίο και συγκρίσιμο πλαίσιο (Σχήμα 5). Δύο συνοικίες μιας πόλης που ανήκουν στην ίδια LCZ παρουσιάζουν παρόμοια θερμικά χαρακτηριστικά.



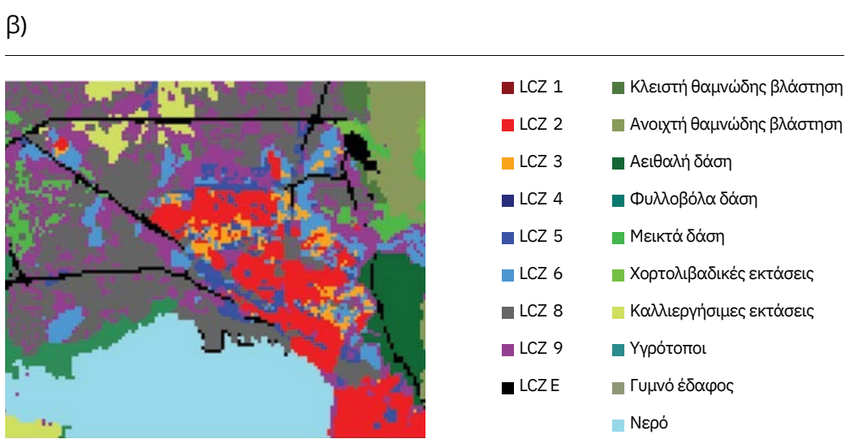
Σχήμα 4. Το σύστημα ταξινόμησης των Τοπικών Κλιματικών Ζωνών (Local Climate Zones, LCZ). Πηγή δεδομένων: Oke κ.ά. (2017).

Αν αποτυπώσουμε την ταξινόμηση αυτή στο ευρύτερο πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, προκύπτουν χάρτες σαν αυτούς του σχήματος 6. Οπως φαίνεται, ο αστικός ιστός και στις δύο πόλεις κυριαρχείται από ζώνες «LCZ 2», δηλαδή πυκνής δόμησης με κτίρια μεσαίου ύψους, με ελάχιστους χώρους πρασίνου.

α)



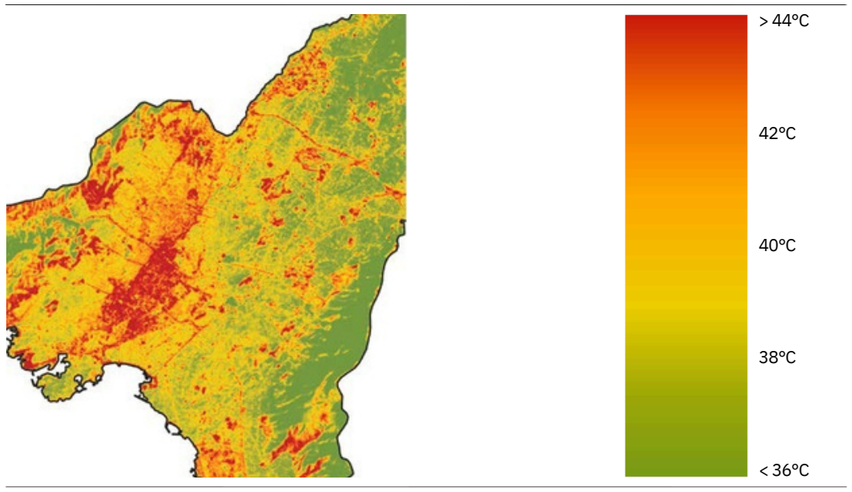
β)



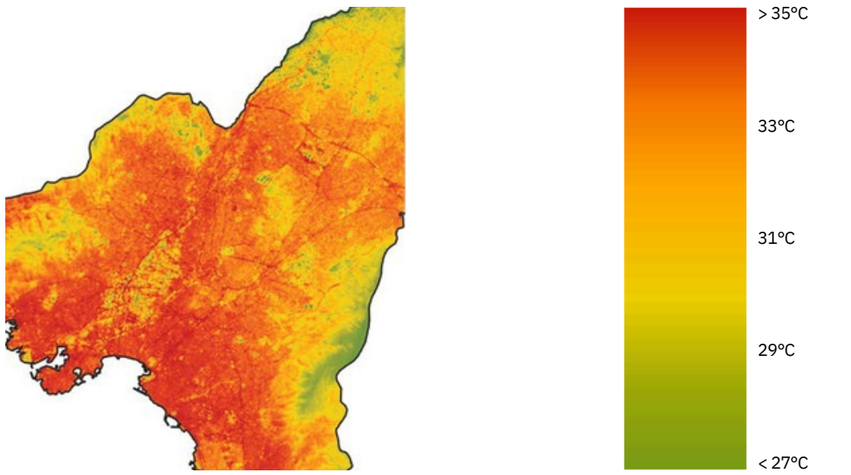
Σχήμα 5. Χαρτογράφηση α) της αστικής περιοχής της Αθήνας και β) της Θεσσαλονίκης σε Τοπικές Κλιματικές Ζώνες (LCZ).

Οι περιοχές LCZ 2, αν και κατά κανόνα δεν θερμαίνονται πολύ έντονα την ημέρα, διατηρούν υψηλές θερμοκρασίες κατά τη νύχτα, επειδή ο πυκνός αστικός ιστός παγιδεύει τη θερμότητα και περιορίζει τη νυχτερινή ψύξη. Ας δούμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα από την Αθήνα, κατά τη διάρκεια δύο συγκεκριμένων ημερών του καλοκαιριού του 2024.

Το πρωί της 25ης Αυγούστου (Σχήμα 7), η βιομηχανική περιοχή του Ελαιώνα, που είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση ανοιχτής δόμησης χαμηλού ύψους (LCZ 8), παρουσίαζε υψηλότερες θερμοκρασίες από τις γύρω περιοχές, ως και πάνω από 5°C σε σύγκριση με τις γειτονικές (κυρίως κατηγορίας LCZ 2) πυκνοδομημένες συνοικίες και με το κέντρο της πόλης. Γιατί; Επειδή οι μεγάλες, ανοιχτές επιφάνειες στον Ελαιώνα ήταν εκτεθειμένες στην ηλιακή ακτινοβολία. Αντίθετα, στις 22:30 το βράδυ της 23ης Αυγούστου (Σχήμα 8), η εικόνα ήταν διαφορετική: ο Ελαιώνας και οι περιοχές LCZ 8 εμφάνιζαν χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον πυκνό αστικό ιστό. Οι περιοχές LCZ 2 απελευθέρωναν τη θερμότητα που είχε αποθηκευτεί εκεί κατά τη διάρκεια της ημέρας πιο αργά.



Σχήμα 6. Χωρική αποτύπωση της επιφανειακής θερμοκρασίας (LST) από τον δορυφόρο SDGSAT-1 για την Αθήνα, για τις 25 Αυγούστου 2024, 11:15.



Σχήμα 7. Χωρική αποτύπωση της επιφανειακής θερμοκρασίας (LST) από τον δορυφόρο SDGSAT-1 για την Αθήνα, για τις 23 Αυγούστου 2024, 22:30.

2 Γιατί είναι σημαντικό πρόβλημα η αστική υπερθέρμανση;

Πριν προχωρήσουμε στις λύσεις, αξίζει να επισημάνουμε το γιατί, ακριβώς, είναι τόσο μεγάλο πρόβλημα η υπερθέρμανση των πόλεων σήμερα και γιατί θα αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους κινδύνους για τις πόλεις μας στο μέλλον. Οι ερευνητές καταγράφουν τις συνέπειες μία-μία.

Το θέμα της **υγείας,** ας πούμε, είναι ίσως το πιο προφανές. Μόνο το καλοκαίρι του 2022 η αστική υπερθέρμανση υπολογίζεται ότι οδήγησε σε 65.000 πρόωρους θανάτους στην Ευρώπη. Στην Αθήνα, η θνησιμότητα των ατόμων άνω των 65 ετών αυξάνεται κατά 20% όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές και κατά 35% σε ακραία επεισόδια καύσωνα.

Η αύξηση της θερμοκρασίας, επιπλέον, **ενισχύει τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας,** κυρίως λόγω της χρήσης κλιματιστικών. Στην Αθήνα κάθε επιπλέον βαθμός αύξησης της μέσης θερμοκρα- σίας οδηγεί σε αύξηση περίπου 4% της ζήτησης. Οι ενεργειακές ανάγκες για ψύξη των κτιρίων αυξήθηκαν κατά 25% τις τελευταίες δεκαετίες. Οι υψηλές θερμοκρασίες **ευνοούν τον σχηματισμό όζοντος και άλλων ρύπων,** επιδεινώνοντας τις αναπνευστικές παθήσεις.

Αλλά οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης και των καυσώνων είναι και **κοινωνικές**: υπολογίζεται ότι παγκοσμίως μέχρι το 2030 θα χαθούν περίπου 80 εκ. ισοδύναμες θέσεις πλήρους απα- σχόλησης λόγω θερμικού στρες. Και τέτοιες επιπτώσεις δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες στις κοινωνίες. **Ατομα χαμηλού εισοδήματος, ηλικιωμένοι και πληθυσμοί σε πυκνοδομημένες περιοχές πλήττονται δυσανάλογα.** Στις ελληνικές πόλεις, το κοινωνικό πρόσημο της θερμικής ευαλωτότητας ενισχύεται από τον αυξανόμενο ρυθμό γήρανσης του πληθυσμού και τη χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα των κατοικιών.

Σχήμα 8. Συσχέτιση μεταξύ του οικογενειακού εισοδήματος και του δείκτη αστικής θερμικής έκθεσης (UHeatEx) ανά ταχυδρομικό κωδικό για το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας.

Μεγαλύτερες τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε εντονότερη θερμική επιβάρυνση.

3 Οι Λύσεις

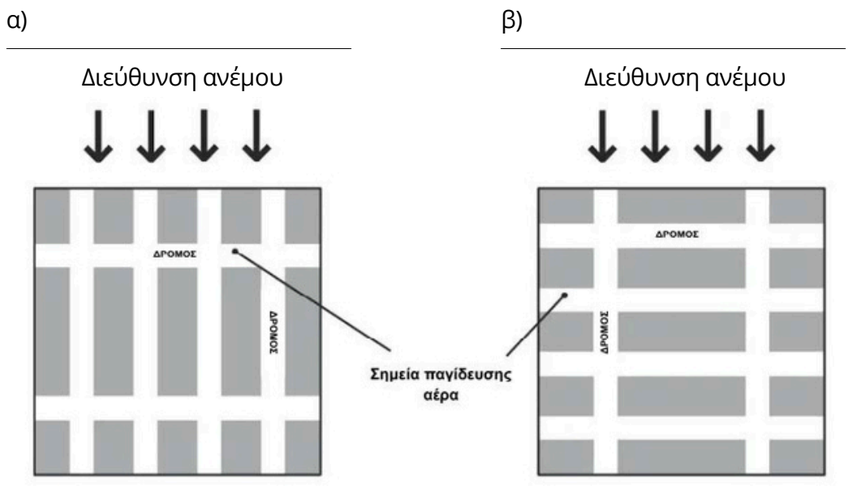
Πώς μπορούν να γίνουν πιο ανθεκτικές οι ελληνικές πόλεις, που μάλιστα διαθέτουν τα προ- βληματικά χαρακτηριστικά και τις αδυναμίες που περιγράψαμε παραπάνω; Υπάρχουν μια σει- ρά από παρεμβάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν, από λύσεις μικρής κλίμακας σε επίπεδο κτιρίου, μέχρι ευρύτερες πολιτικές που αφορούν ολόκληρες μητροπολιτικές περιοχές. Η μελέτη «Κανόνες Και Πρακτικές Για «Ανθεκτικές» Αστικές Περιοχές» καταλήγει σε εννέα συγκεκριμέ- νες παρεμβάσεις, κατάλληλες για τα ελληνικά αστικά κέντρα. Για πολλές από αυτές οι ερευνητές έτρεξαν μικροκλιματικές προσομοιώσεις σε συγκεκριμένες περιοχές της Αθήνας και του Πειραιά, εξετάζοντας το αποτέλεσμα που θα είχε η κάθε παρέμβαση στη θερμοκρασία του αέρα μια τυπική καλοκαιρινή ημέρα, στις 15:00 το μεσημέρι. Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις είναι οι εξής:

1. Διάδρομοι αερισμού
2. Αστικά πάρκα
3. Αστικός «βελονισμός»
4. Αστική δενδροφύτευση
5. Ψυχρά υλικά
6. Πράσινες οροφές & τοίχοι
7. Superblocks
8. Βιοκλιματικά κτίρια
9. Παράκτια δόμηση

Ας τις δούμε λίγο πιο αναλυτικά μία-μία εδώ.

3.1 Διάδρομοι αερισμού

Αυτή είναι μια λύση που αφορά τον αστικό σχεδιασμό, και μπορεί να υλοποιηθεί σε επίπεδο πόλης. Για να εξασφαλιστούν αποτελεσματικοί «διάδρομοι αερισμού», όπως γράφουν οι ερευνητές, «οι άξονες των δρόμων και των ανοιχτών χώρων θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ευθυγραμμισμένοι με την επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου». Οταν ένας δρόμος ακολουθεί τη φορά του ανέμου, ο αέρας μπορεί να κινείται πιο ελεύθερα και να διεισδύει βαθύτερα στον αστικό ιστό. Αντίθετα, όταν ο δρόμος είναι σχεδόν κάθετος στη διεύθυνση του ανέμου, ο αέρας προσκρούει στα κτίρια, διασπάται και χάνει την ένταση του, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο φυσι- κός αερισμός και να ευνοείται η συσσώρευση θερμότητας και ρύπων.



→
Σχήμα 9. Διάταξη πολεοδομικών τετραγώνων για αποτελεσματικό αερισμό: α) προτεινόμενη και β) μη προτεινόμενη διαμόρφωση.

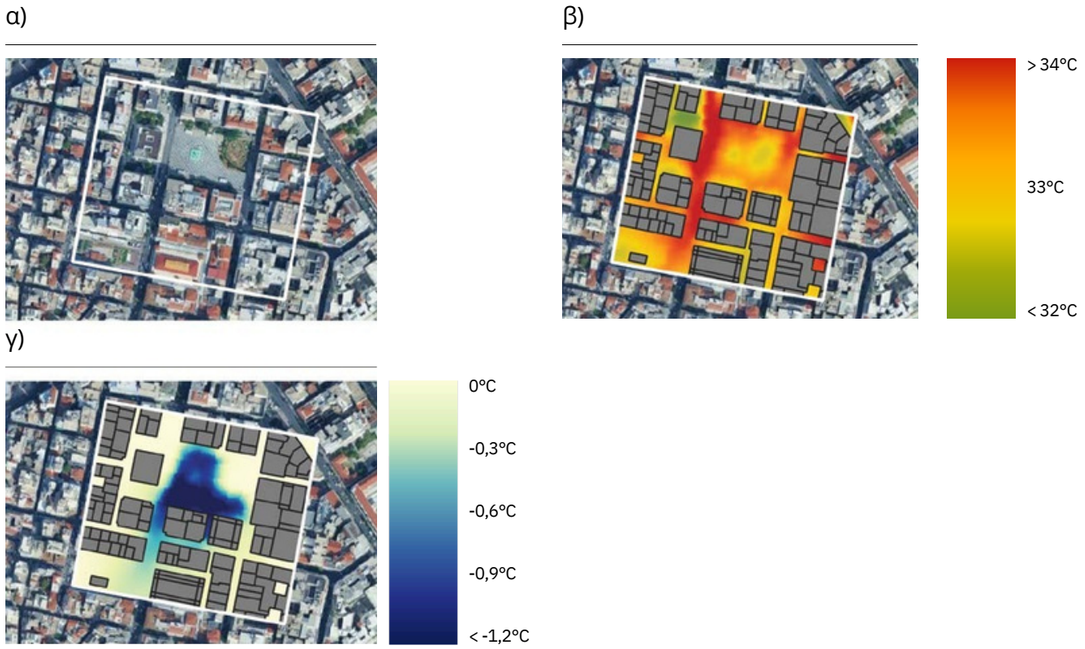
3.2 Αστικά πάρκα

Κατά μέσο όρο τα πάρκα εμφανίζουν χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρα κατά 0,9°C στη διάρκεια της ημέρας και κατά 1,2°C τη νύχτα, σε σύγκριση με τον γύρω αστικό ιστό. Ωστόσο, σε πάρ- κα πυκνής βλάστησης η διαφορά μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη. Στα μεγάλα αστικά πάρκα της Αθήνας, για παράδειγμα, όπως ο Εθνικός Κήπος και ο Λόφος Φιλοπάππου, καταγράφονται θερμοκρασίες έως και 4°C χαμηλότερες από ό,τι στις περιοχές δόμησης. Η δροσιστική αυτή επίδραση δεν περιορίζεται μόνο στο εσωτερικό του πάρκου αλλά επεκτείνεται και στις κοντινές γειτονιές, σε ακτίνα περίπου ίση με το πλάτος του πάρκου.

Φυσικά, αυτή είναι άλλη μια λύση μεγάλης κλίμακας, η οποία μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε επίπεδο πόλης, από αρμόδιους φορείς. Ωστόσο, και μικρότερης κλίμακας παρεμβάσεις από «μεγάλα» αστικά πάρκα έχουν αξιοσημείωτο, μετρήσιμο αποτέλεσμα.

Οι ερευνητές έτρεξαν μια προσομοίωση για την περιοχή της πλατείας Κοτζιά, στην καρδιά της Αθήνας. Τι θα γινόταν αν η πλατεία μετατρεπόταν σε ένα πάρκο 6 στρεμμάτων με χαμηλή βλά- στηση και 18 μεσαία και μεγάλα δέντρα, ύψους 5-10 μέτρων; Μια «ψυχρή νησίδα» θα ήταν το αποτέλεσμα, με μείωση της θερμοκρασίας του αέρα στην πλατεία περί τον 1,5°C. Έξάλλου, χάρη στη ροή του αέρα η δροσιστική επίδραση του μικρού πάρκου θα επεκτεινόταν και στη Σοφοκλέ- ους και τους άλλους γύρω δρόμους, όπως φαίνεται και στο σχήμα 11.

Σχήμα 10. Μικροκλιματική αποτύπωση και σενάριο παρέμβασης για την περιοχή της πλατείας Κοτζιά: α) δορυφορική απεικόνιση της περιοχής, β) υφιστάμενη κατάσταση και γ) σενάριο μετατροπής της πλατείας σε πάρκο με γρασίδι και δέντρα. Θερμοκρασία αέρα (°C) στα 2 μέτρα, απόλυτη τιμή για την υφιστάμενη κατάσταση και μεταβολή συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση για το σενάριο, στις 15:00 κατά τυπική αίθρια θερινή ημέρα.↓



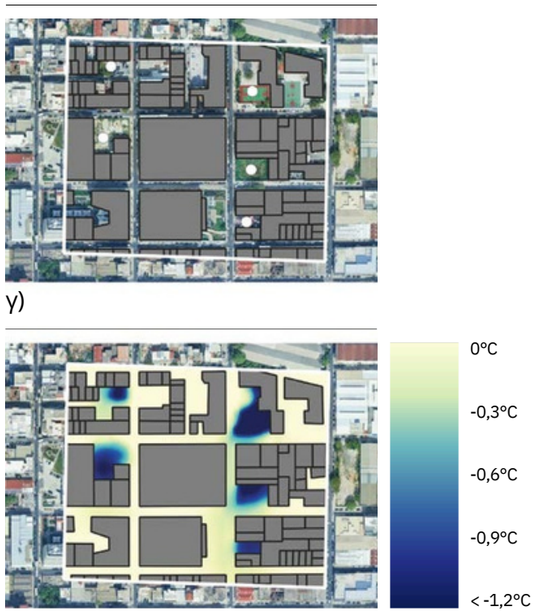
3.3 Αστικός βελονισμός, πάρκα τσέπης & κλιματικά καταφύγια

Τα μεγάλα αστικά πάρκα έχουν εξαιρετικά οφέλη, αλλά και δύο προβλήματα στο θέμα για το οποίο συζητάμε εδώ: πρώτον, είναι δύσκολο και κοστοβόρο να κατασκευαστούν στις υπερδο- μημένες ελληνικές πόλεις και, δεύτερον, η δροσιστική τους επίδραση δεν αυξάνεται γραμμικά με το μέγεθός τους. Οταν ξεπερνούν ένα μέγεθος (περίπου 100 στρέμματα και πάνω) η επίπτωσή τους στις γύρω περιοχές τείνει να σταθεροποιείται. Από αυτή την άποψη, θεωρητικά, πολλά με- σαία πάρκα, διάσπαρτα στον αστικό ιστό, μπορεί να έχουν παρόμοια δροσιστική επίδραση στις γειτονιές με λίγα πολύ μεγάλα.

Οι ερευνητές περιγράφουν διάφορες μορφές μικρότερων, πιο στοχευμένων παρεμβάσεων στο αστικό περιβάλλον, όπως τα πάρκα τσέπης, τον ανασχεδιασμό σχολικών αυλών, τις φυτεύσεις σε πεζοδρόμια ή ανοιχτά τμήματα δρόμων, τις πράσινες νησίδες κλπ. Τα «πάρκα τσέπης», για παράδειγμα, μικρά πάρκα γειτονιάς που μπορεί να αναπτύσσονται ακόμα και σε αδόμητα οικό- πεδα ή μικρούς πεζοδρόμους, μπορούν να μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα κατά περίπου 0,5–1°C, προσφέροντας δροσισμό και σε ακτίνα 30 έως 100 μέτρων γύρω τους. Αποδίδουν πολλαπλάσια, δε, όταν συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα συνεχές δίκτυο που ενισχύει τη ροή του δροσερού αέρα μέσα στην πόλη.

Οι ερευνητές έτρεξαν μια προσομοίωση για μια τέτοια ολοκληρωμένη παρέμβαση σε μια γειτονιά του Αγίου Διονυσίου στον Πειραιά. Τι θα γινόταν αν δημιουργούνταν πέντε «πάρκα τσέπης» σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους (είναι οι λευκές βούλες στο σχήμα 12); Ένα από τα πάρκα, για παράδειγμα, θα προέκυπτε από τη μετατροπή ενός άδειου, τσιμεντένιου προαυλίου του 13ου Γυμνασίου σε πράσινο χώρο με χαμηλή βλάστηση και δέντρα. Ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα; Η θερμοκρασία στο σχολείο, τα άλλα μικρά πάρκα αλλά και τους δρόμους ανάμεσα στα εννέα οικοδομικά τετράγωνα της περιοχής μειώνεται ως και κατά 2°C.

Σχήμα 11. Μικροκλιματική αποτύπωση και σενάριο παρέμβασης για την περιοχή Αγίου Διονυσίου Πειραιά: α) δορυφορική απεικόνιση της περιοχής, όπου τα λευκά σημεία αντιστοιχούν στα προτεινόμενα σημεία δημιουργίας πάρκων τσέπης, β) υφιστάμενη κατάσταση, γ) σενάριο πάρκων τσέπης, συμπεριλαμβανομένου του αύλειου χώρου σχολείου. Θερμοκρασία αέρα (°C) στα 2 μέτρα, απόλυτη τιμή για την υφιστάμενη κατάσταση και μεταβολή συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση για το σενάριο, στις 15:00 κατά τυπική αίθρια θερινή ημέρα.



3.4 Αστικά δέντρα

Υπάρχουν και ακόμα πιο «μικρές» και στοχευμένες παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στις πόλεις, ακόμα και σε επίπεδο γειτονιάς ή και μεμονωμένων ιδιοκτησιών. Η παρουσία και σωστή συντήρηση των μεμονωμένων δέντρων, που χάρη στη σκίαση και την εξατμισοδιαπνοή μειώνουν τη θερμοκρασία στους δρόμους της πόλης, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τον μετριασμό της θερμικής επιβάρυνσης. Οι ερευνητές απαριθμούν τους βασικούς κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται για τη συντήρηση υπαρχόντων δέντρων ή για τη φύτευση νέων στις πόλεις μας, από τη σωστή τοποθέτησή τους και την επιλογή των καταλληλότερων ειδών, μέχρι την σωστή συντήρηση και φροντίδα.

Έπισημαίνουν και τον γνωστό κανόνα «3-30-300» για το πράσινο στις πόλεις, ως χρήσιμο και εφαρμόσιμο οδηγό/στόχο. Τι είναι ο κανόνας «3-30-300»; Κάθε κάτοικος μιας πόλης, λέει, πρέπει να βλέπει τουλάχιστον 3 δέντρα από το σπίτι του, να ζει σε γειτονιά με 30% δενδροκάλυψη και να απέχει το πολύ 300 μέτρα από ένα δημόσιο χώρο πρασίνου. Οι περισσότερες γειτονιές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, ασφαλώς, απέχουν πολύ από αυτό τον στόχο.

3.5 Ψυχρά υλικά

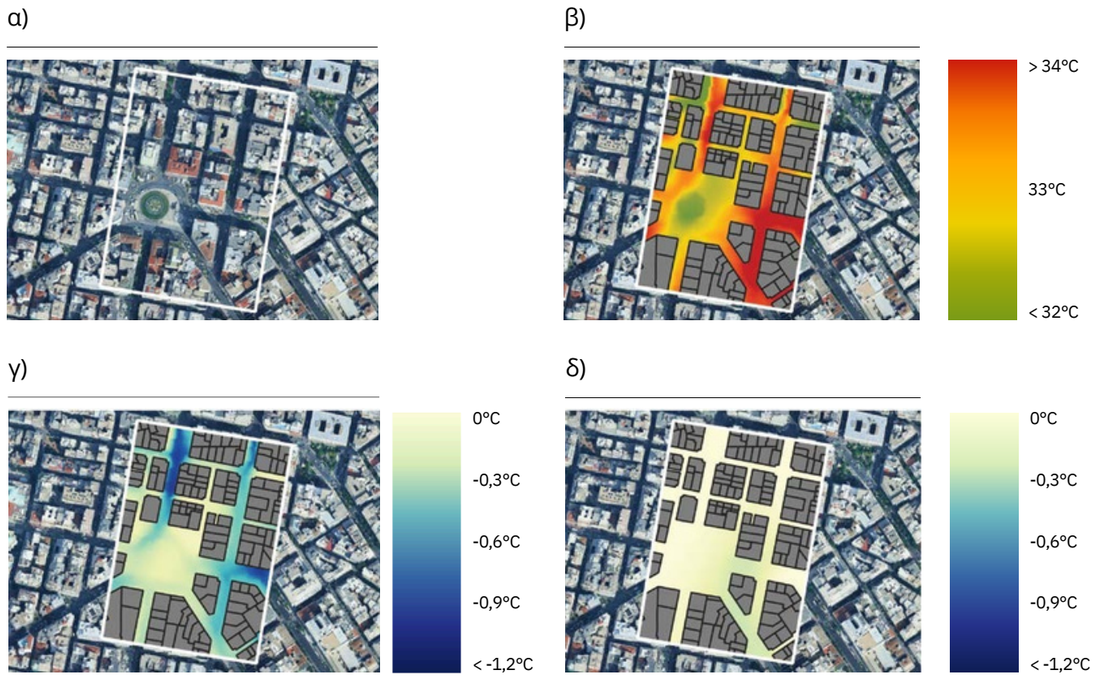
Οπως υπονοήθηκε από το παράδειγμα το Ελαιώνα παραπάνω, η θερμική επιβάρυνση των πόλεων οφείλεται σε κάποιο βαθμό στα ίδια τα δομικά τους υλικά. Σκούρες ασφάλτινες επιφάνειες, τσιμέντο και πλακοστρώσεις απορροφούν το μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και ιδι- αίτερα κατά τους θερινούς μήνες μπορούν να φτάσουν σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες. Φανταστείτε ότι σε μια τυπική θερινή ημέρα το τσιμέντο μπορεί να φτάσει τους 50°C, ενώ η άσφαλτος ξεπερνά ακόμα και τους 60°C. Καθώς θερμαίνονται, τέτοια υλικά μεταφέρουν αυτή τη θερμότητα στον αέρα, επηρεάζοντας αρνητικά τη θερμική άνεση στους δρόμους, στις πλατείες αλλά και στο εσωτερικό των κτιρίων.

Τα «ψυχρά υλικά» είναι ειδικά διαμορφωμένα δομικά υλικά (ψυχρή άμμος, χαλίκι, υποστρώματα ή επικαλύψεις με ανακλαστικές χρωστικές) που περιορίζουν την απορρόφηση και την αποθήκευση θερμότητας χάρη στην υψηλή «ανακλαστικότητα» και στον υψηλό «συντελεστή εκπομπής» που επιδεικνύουν. Τα ψυχρά υλικά αντανακλούν μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, εμποδίζοντας το από το να απορροφηθεί, και αποβάλλουν γρήγορα όση θερμότητα απορρο- φούν (υψηλός συντελεστής εκπομπής), με αποτέλεσμα να θερμαίνονται λιγότερο.

Τα ψυχρά υλικά μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλές διαφορετικές επιφάνειες. Ψυχρά δάπεδα μπορούμε να έχουμε σε δρόμους, πεζοδρόμια και πλατείες. Σε τέτοιου τύπου εφαρμογές οι θερμοκρασίες επιφάνειας μειώνονται κατά περίπου 10°C, και σε ορισμένες περιπτώσεις κατά ακόμη και 20°C. Υπάρχουν, ακόμα, ψυχρές προσόψεις κτιρίων αλλά και ψυχρές οροφές, που μπορούν να μειώσουν την εσωτερική θερμοκρασία μη κλιματιζόμενων κατοικιών κατά περίπου 30% και την εξωτερική θερμοκρασία του αέρα κατά 0,3-2°C.

Οι ερευνητές έτρεξαν μια μικρολιματική προσομοίωση στην περιοχή της πλατείας Ομονοίας που, ως γνωστόν, είναι μια ιδιαίτερα επιβαρυμένη θερμικά ζώνη. Βρήκαν ότι η εφαρμογή ψυχρών υλικών στο οδόστρωμα και στα πεζοδρόμια (σχήμα 13γ) θα μπορούσε να οδηγήσει σε αισθητή μείωση της θερμοκρασίας αέρα στην πλατεία και τους γύρω δρόμους της τάξης των 0,3-1°C.

Σχήμα 12. Μικροκλιματική αποτύπωση και σενάριο παρέμβασης για την περιοχή της πλατείας Ομονοίας: α) δορυφορική απεικόνιση της περιοχής, β) υφιστάμενη κατάσταση, γ) σενάριο ψυχρών υλικών σε οδόστρωμα και πεζοδρόμια, δ) σενάριο ψυχρών οροφών στην οδό Πατησίων (στο τμήμα της εντός της περιοχής προσομοίωσης). Θερμοκρασία αέρα (°C) στα 2 μέτρα, απόλυτη τιμή για την υφιστάμενη κατάσταση και μεταβολή συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση για το σενάριο, στις 15:00 κατά τυπική αίθρια θερινή ημέρα.



3.6 Πράσινες οροφές και τοίχοι

«Πράσινες» οροφές και τοίχοι είναι επιφάνειες που, φέροντας βλάστηση, λειτουργούν σαν φυσικά φίλτρα πάνω από τα κτίρια, περιορίζοντας τη θερμότητα που εισέρχεται στο εσωτερικό χάρη στα φαινόμενα της σκίασης και της εξατμισοδιαπνοής.

Ανάλογα με τη χρήση και τις δυνατότητες του κτιρίου, οι πράσινες οροφές διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους: οι **εκτατικές** πράσινες οροφές έχουν ρηχό υπόστρωμα και χαμηλή βλάστηση, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και περιορισμένη άρδευση, και είναι ιδανικές για μεγάλες επιφάνειες και για παλαιότερα κτίρια. Οι **εντατικές** πράσινες οροφές διαθέτουν μεγαλύτερο βάθος υποστρώματος και μπορούν να φιλοξενήσουν θάμνους ή ακόμη και μικρά δέντρα. Χρειάζονται συστηματική φροντίδα και συνεχή άρδευση. Για να αποδώσουν ουσιαστικά, οι πράσινες οροφές απαιτούν σχεδιασμό προσαρμοσμένο στις ανάγκες, τις χρήσεις και τις στατικές δυνατότητες κάθε κτιρίου.

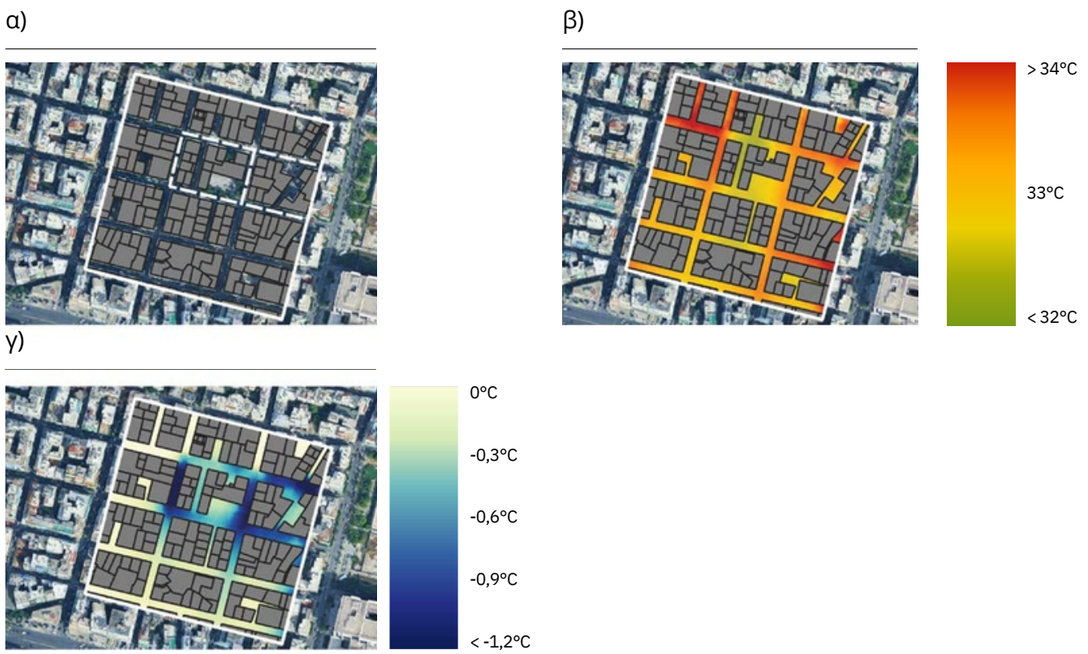
Οι πράσινοι τοίχοι, δε, (οργανωμένα συστήματα φύτευσης και άρδευσης που καλύπτουν όλη την επιφάνεια ενός τοίχου) περιορίζουν τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, ιδιαίτερα σε πυκνοδομημένα αστικά περιβάλλοντα.

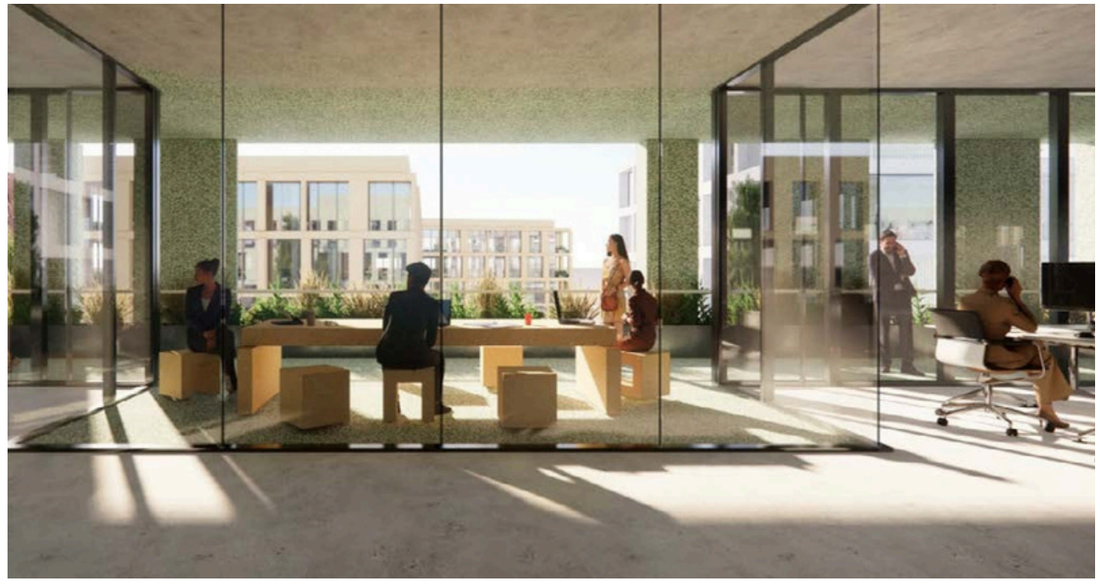
3.7 Superblocks

Έπιστρέφοντας σε παρεμβάσεις σε κλίμακα πόλης, εδώ έχουμε μια μέθοδο ανασχεδιασμού του αστικού ιστού που έχει εφαρμοστεί με μεγάλη επιτυχία στο διάσημο παράδειγμα της Βαρκελώνης. Τα superblocks είναι «ομάδες» από οικοδομικά τετράγωνα που συνδέονται μεταξύ τους με μια σειρά από επεμβάσεις, δημιουργώντας μικρές γειτονιές με ήπια κυκλοφορία και εκτεταμέ- νο, ποιοτικό δημόσιο χώρο. Συνήθως εφαρμόζονται σε ένα πλέγμα 3×3 οικοδομικών τετραγώ- νων, έκτασης περίπου 500×500 μέτρων. Στο εσωτερικό του superblock οι δρόμοι αποδίδονται κυρίως σε πεζούς, ποδηλάτες και ήπιες μετακινήσεις που εξυπηρετούν τους κατοίκους και τις τοπικές ανάγκες, με την κυκλοφορία των ιδιωτικών οχημάτων να περιορίζεται στην περιμετρική ζώνη. Με αυτό τον τρόπο οι δρόμοι στο εσωτερικό των superblocks απελευθερώνονται για να διαμορφωθούν ζώνες πρασίνου και κοινωνικοποίησης, μειώνοντας τη θερμική καταπόνηση μεν, αλλά επιφέροντας και μια σειρά από άλλες θετικές συνέπειες για την τοπική κοινωνία.

Στη μελέτη περιγράφεται, βεβαίως, το πώς εφάρμοσε τα superblocks η Βαρκελώνη, και μαζί τα αποτελέσματα του προγράμματος την τελευταία δεκαπενταετία, από την αύξηση του δημόσιου χώρου για τους πεζούς κατά 30% μέχρι τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κατά 40% και του θορύβου κατά 5-7db. Αλλά οι ερευνητές έκαναν και μια μικροκλιματική αποτύπωση της επίπτωσης ενός θεωρητικού μικρού «superblock» στου Γκύζη, γύρω από το 40ο Δημοτικό Αθη- νών, στη θερμοκρασία των γύρω δρόμων. Βρήκαν ότι η πεζοδρόμηση των περιμετρικών οδών, μαζί με δεντροφύτευση και χαμηλή βλάστηση, μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία κατά 0,5°C στην περιοχή του σχολείου, και ως και 1°C στους περιμετρικούς, πεζοδρομημένους δρόμους.

Σχήμα 17. Μικροκλιματική αποτύπωση και σενάριο παρέμβασης για την περιοχή Γκύζη γύρω από το 40ό Δημοτικό Σχολείο: α) δορυφορική απεικόνιση της περιοχής, όπου οι λευκές διακεκομμένες γραμμές αντιστοιχούν στις προτεινόμενες οδούς δημιουργίας superblock, β) υφιστάμενη κατάσταση, γ) σενάριο δημιουργίας superblock. Θερμοκρασία αέρα (°C) στα 2 μέτρα, απόλυτη τιμή για την υφιστάμενη κατάσταση και μεταβολή συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση για το σενάριο, στις 15:00 κατά τυπική αίθρια θερινή ημέρα.





3.8 Βιοκλιματικά κτίρια

Έδώ έχουμε μια λύση που υλοποιείται στο επίπεδο του μεμονωμένου κτιρίου. «Βιοκλιματικό» αποκαλείται ένα κτίριο που ενσωματώνει επιλογές του λεγόμενου «παθητικού σχεδιασμού», που στοχεύουν δηλαδή στη βέλτιστη θερμική άνεση και ενεργειακή απόδοση, μειώνοντας την ανά- γκη για μηχανικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Τέτοιες επιλογές είναι, για παράδειγμα, ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου, η χρήση υλικών που ενισχύουν τη θερμομόνωση, η πρό- βλεψη ανοιγμάτων που εξασφαλίζουν φυσικό φωτισμό, η ενσωμάτωση κυκλικών συστημάτων διαχείρισης νερού και πολλές άλλες. Υπάρχουν πολύ γνωστά συστήματα πιστοποίησης τέτοιων κτιρίων (LEED, BREEAM κλπ) που πιστοποιούν τέτοια έργα τα οποία συνήθως είναι ξενοδοχεία, κτίρια γραφείων ή άλλες μεγάλης κλίμακας κατασκευές.

Τέτοια παραδείγματα έχουμε και στην Ελλάδα και, ειδικά τα τελευταία χρόνια, πληθαίνουν καθώς επενδυτές και κατασκευαστές δίνουν ολοένα και περισσότερη έμφαση στη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα των νέων κτιρίων. Ο Πύργος του Πειραιά (LEED Platinum), το Kaizen Campus στο Μαρούσι (LEED Gold) και το Hub26 στη Θεσσαλονίκη (LEED Gold) είναι χαρακτηριστικά παρα- δείγματα. Αλλά τέτοια κτίρια εξασφαλίζουν κυρίως την ανθεκτικότητα στις κλιματικές πιέσεις για τους χρήστες τους. Γιατί είναι λύση και για το πρόβλημα της αστικής υπερθέρμανσης;

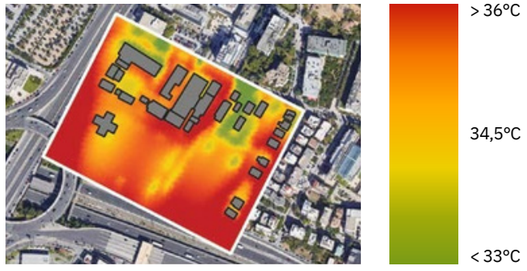
Έπειδή ο τρόπος κατασκευής τους, τα υλικά και η βλάστηση που τα συνοδεύουν επηρεάζουν και το μικροκλίμα της ευρύτερης γειτονιάς ή και ολόκληρης της περιοχής. Οι ερευνητές έτρεξαν άλλη μια προσομοίωση για την περιοχή του νέου βιοκλιματικού κτιρίου του Τεχνικού Έπιμελητη- ρίου Έλλάδος που, την ώρα που διεξαγόταν η έρευνα, χτιζόταν στο Μαρούσι, σε ένα οικόπεδο που προηγουμένως ήταν κενό, στρωμένο με τσιμέντο και άσφαλτο. Βρήκαν ότι μετά την ολοκλή- ρωση του νέου κτιρίου, η θερμοκρασία στο χώρο του οικοπέδου θα είναι 1,5°C χαμηλότερη, με το δροσιστικό όφελος «να εκτείνεται και πέρα από τα όρια του οικοπέδου».

Σχήμα 18. Μικροκλιματική αποτύπωση και σενάριο παρέμβασης για την περιοχή του Αμαρουσίου (νέο συγκρότημα ΤΕΕ): α) Δορυφορική απεικόνιση της περιοχής, β) Υφιστάμενη κατάσταση, γ) Σενάριο ανάπλασης με γρασίδι, δέντρα και δύο νέα κτίρια
με εκτεταμένες πράσινες οροφές. Θερμοκρασία
αέρα (°C) στα 2 μέτρα, απόλυτη τιμή για την υφιστάμενη κατάσταση και μεταβολή συγκριτικά με
την υφιστάμενη κατάσταση για το σενάριο, στις 15:00 κατά τυπική αίθρια θερινή ημέρα. ↓

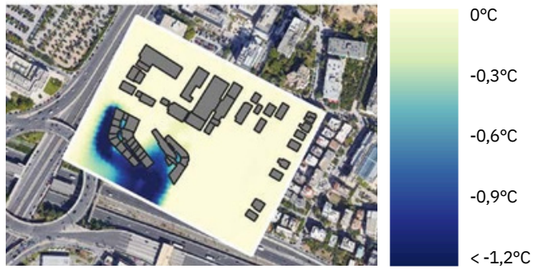
α)



β)



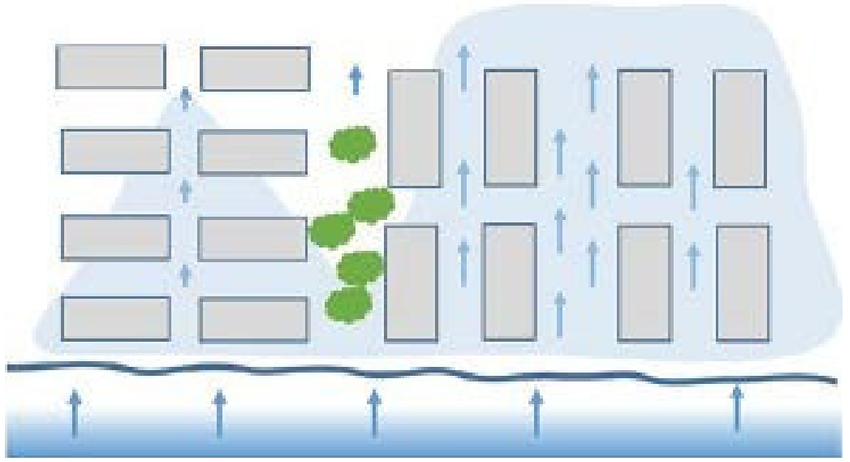
γ)



3.9 Παράκτια δόμηση

Η τελευταία προτεινόμενη παρέμβαση, όπως και η πρώτη, έχει να κάνει με το σχεδιασμό των αστικών περιοχών εν γένει. Στις παράκτιες πόλεις η θαλάσσια αύρα αποτελεί έναν από τους ση- μαντικότερους φυσικούς μηχανισμούς δροσισμού. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ειδικά στις ελ- ληνικές πόλεις μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της θερμοκρασίας αέρα ως και 4°C κατά τη διάρ- κεια ενός καύσωνα. Ο λόγος είναι ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας η ξηρά θερμαίνεται ταχύτερα από τη θάλασσα, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ροή ψυχρότερου αέρα από την ακτή προς την ενδοχώρα. Οι ερευνητές τονίζουν ότι είναι σημαντικό ο σχεδιασμός της πόλης να επιτρέπει τη διείσδυση της θαλάσσιας αύρας και την κίνησή της μέσα στον αστικό ιστό και περιγράφουν τους κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται κατά την κατασκευή κτιρίων στο παραθαλάσσιο μέτωπο.

→
Σχήμα 19. Σχηματική απεικόνιση της επίδρασης της κτιριακής διάταξης στη διείσδυση της θαλάσσιας αύρας στον αστικό ιστό.



4 Μια ανακεφαλαίωση

Η άλλη μελέτη της DIMAND, για **«Το Θερμικό Αποτύπωμα Των Ελληνικών Πόλεων Σήμερα & Στο Μέλλον»**, περιγράφει μελλοντικά σενάρια για τις κλιματικές πιέσεις που θα δεχτούν οι ελληνικές πόλεις. Έίναι σενάρια που φαντάζουν στην καλύτερη περίπτωση δυσοίωνα, και στη χειρότερη εφιαλτικά. Λύσεις, όμως, υπάρχουν. Από τις μεγάλες (το πολεοδομικό σχεδιασμό ολόκληρων πόλεων) μέχρι τις μικρές (τα υλικά και τις προδιαγραφές κάθε κτιρίου ξεχωριστά), οι παρεμβά- σεις που μπορούν να κάνουν το αστικό μας περιβάλλον πιο ανθεκτικό είναι συγκεκριμένες και γνωστές. Αν σχεδιαστούν σωστά και υλοποιηθούν αποτελεσματικά, μπορούν να έχουν θεαμα- τικά αποτελέσματα. Πέρα, όμως, από την ανάγκη για πολιτική βούληση, συναινέσεις και κίνητρα για την εφαρμογή τους, αυτή η έρευνα αναδεικνύει και την διάσταση της αξιολόγησης τέτοιων παρεμβάσεων, ως απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή τους. Ποια είναι η καταλληλότερη παρέμβαση για μια περιοχή σαν την Ομόνοια, ας πούμε; Πώς μπορεί κανείς να κάνει πιο ανθεκτι- κή στους καύσωνες μια πυκνοδομημένη γειτονιά της Θεσσαλονίκης; Οι ερευνητές υπέδειξαν τον καλύτερο τρόπο να λαμβάνονται τέτοιες αποφάσεις: μικροκλιματικές προβολές και προσομοι- ώσεις, που μπορούν να δείξουν ακριβώς ποια επίπτωση μπορεί να έχει μια παρέμβαση σε κάθε συγκεκριμένη περιοχή, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της.

Στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε συνοπτικά τα αποτελέσματα τέτοιων μικροκλιματικών προσομοιώσεων για επιλεγμένες αστικές περιοχές, όπου δοκιμάστηκαν διαφορετικά σενάρια παρεμβάσεων και ποσοτικοποιήθηκε ο αντίκτυπός τους στη μείωση της θερμοκρασίας, αναδει- κνύοντας τις διαφορές στην αποτελεσματικότητά τους από περιοχή σε περιοχή.

Παρέμβαση	Ψυχρά υλικά	Αναβάθμιση οροφής (με ψυχρά υλικά ή με πράσινες οροφές)	Χώροι πρασίνου	Superblock
Περιοχή στην οποία μετρήθηκε η μείωση θερμοκρασίας (σε επίπεδο δρόμου) κατόπιν της παρέμβασης				
Πλατεία Ομόνοιας	**0,3-1°C** [Η εφαρμογή ψυχρών υλικών στο οδόστρωμα και στα πεζοδρόμια οδηγεί σε άμεση ελάττωση θερμοκρασίας.]	**<0,4°C** [Το μεγάλο ύψος των κτιρίων μειώνει τη θερμική αλληλεπίδραση των οροφών με τα χαμηλότερα στρώματα του αέρα.]		
Πλατεία Κοτζιά		**<0,2°C** [Ο αντίκτυπος ενισχύεται σε συνδυασμό με τη δημιουργία πράσινου χώρου, έως και 2°C.]	**1,5°C** [Η μετατροπή της πλατείας σε πάρκο δημιουργεί ψυχρή νησίδα με σημαντική δροσιστική επίδραση και στη γύρω περιοχή]	
Γκύζη	**0,5°C**	**0,5-1°C**	**2°C** [Η συνδυαστική λειτουργία πέντε πάρκων τσέπης βελτιώνει αισθητά το μικροκλίμα της περιοχής.]	
Αγ. Διονύσιος, Πειραιά		**0,3-0,4°C**	περίπου **0,5°C** [Μέσω δημιουργίας πάρκου τσέπης]	**0,5-1°C**

Μπορείτε να διαβάσετε ολόκληρη την έρευνα
«Κανόνες Και Πρακτικές Για «Ανθεκτικές» Αστικές Περιοχές» εκεί.

Ολα τα υπόλοιπα ερευνητικά έργα της DIMAND μπορείτε να τα βρείτε εκεί.